

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年3月29日 (29.03.2001)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/21314 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B02C 17/14, 19/16, B01F 1/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/06405

(22) 国際出願日: 2000年9月20日 (20.09.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願平11/268333 1999年9月22日 (22.09.1999) JP  
特願2000/109878 2000年4月11日 (11.04.2000) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社  
奈良機械製作所 (NARA MACHINERY CO., LTD.)  
[JP/JP]; 〒143-0002 東京都大田区城南島2丁目5番7号  
Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柳 捷凡

(YANAGI, Shohan) [JP/JP]; 〒143-0002 東京都大田区城南島2丁目5番7号 株式会社 奈良機械製作所内  
Tokyo (JP).

(74) 代理人: 稲葉 滋 (INABA, Shigeru); 〒102-0093 東京都千代田区平河町2丁目3番11号 花菱イマス平河町ビル4階 成瀬・稲葉・井波特許事務所 Tokyo (JP).

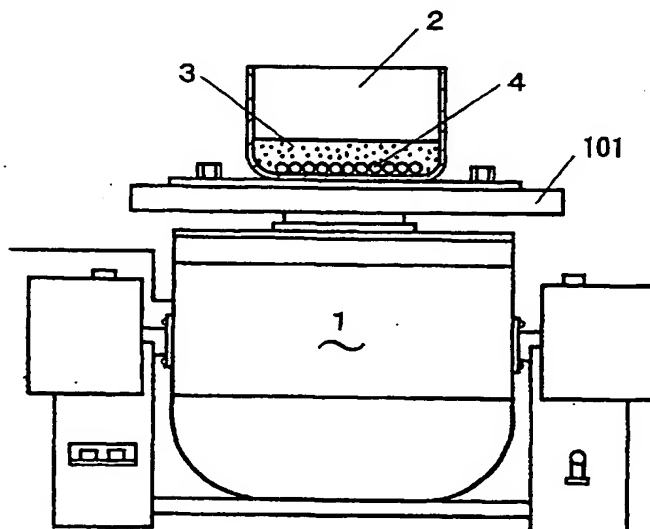
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,

/続葉有/

(54) Title: VIBRO-FLUIDIZING DEVICE FOR POWDER PARTICLES

(54) 発明の名称: 粉粒体の振動流動装置



(57) Abstract: A vibro-fluidizing device for powder particles which, without using a medium, such as air, gas or other fluid, or impact balls, enables a circulation behavior of powder particles ascribed to vibro-fluidization to appear all over the surface at high speed while almost all powder particles (3) are uniformly dispersed by circulating currents, the device having a mechanical arrangement which is designed not to become complicated and yet capable of performing at high speed composite processing, such as disintegration of agglomerate, and dispersion, mixing and drying of powder particles, directly on circulating powder particles. Processing means for powder particles (3) is constructed by using different vibrating bodies (2, 4) in a pair cooperating with a vibrating means (1) to fluidize powder particles (3) by cooperative vibrating action produced between the different vibrating bodies.

/続葉有/

WO 01/21314 A1

LU, MC, NL, PT, SE), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

---

(57) 要約:

空気やガス等の流体、あるいは衝撃球等の媒体などを用いることなく、粉粒体の振動流動による循環挙動を、殆どの粉粒体3が循環流によって粉体が均一に分散されながらその表面に限無く、高速に出現させることができ、機械構成が複雑なものとならず、循環する粉粒体に対して直接的に、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥などの複合的な処理を高速で行うことができる粉粒体の振動流動装置を提供することを目的とする。粉粒体3の処理手段を、振動手段1に連携してなる異種振動体2, 4を組として構成し、該異種振動体間に生ずる共同振動作用により粉粒体3を流動処理すべく構成する。

## 明 細 書

## 粉粒体の振動流動装置

## 技術分野

本発明は、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥、噴霧ガス等との反応、あるいは粉粒体表面へのコーティング、蒸着などに用いられる粉粒体の振動流動装置に関する。

## 背景技術

一般的に、粉粒体（粉粒体層）が充填された容器内に対して垂直振動を与えると、粉粒体層は容器内で流動する。この流動の様子は、作用させる振動の振動数（周波数）と振幅に応じて多様に変化することが知られている。そして、粉粒体層と容器との相対運動に起因して生じる振動流動の挙動については、第7図の流動パターンに示す如く、振動による遠心効果の大きさに伴って、まずパターンBのように粉粒体の移動が生じて粉粒体層表面が傾斜し、次いでパターンC1のような粉体層中心から容器壁に向かう循環流（対流）が発生する。このとき、循環流の速度が遅ければ振動粉粒体表面は平坦であるが、活発になると粉粒体表面に若干の盛り上がりを生じる。さらに遠心効果を増大させると、パターンC2のように循環流の向きが逆転し、続いて粉体層内にはパターンDのように局所的な循環流が発生し、粉粒体表面に特有の波が現れるとされている。

しかしながら、容器に振動を与えるのみでは、粉粒体層における振動流動の挙動は、上記した様な若干の盛り上がりを生じながら所定の循環流を生じる程度の範疇に止まり、それらは容器内の場所により異なる現

象として現れ不安定な流動要因ともなっている。一方、振動振幅、周波数に対する粉粒体層の応答はいまだ十分に解析されておらず、振動流動は予想の難しい現象でもあることから、容器内の全ての粉粒体が、循環流によって均一に分散されながら粉粒体層の表面に繰り返し隈無く現れる確約も存せず、その循環流も混合、反応、表面処理等の各種粉粒体処理に適した高速なものとはいえない。また、粉粒体の振動流動を直接利用した処理装置としては、排出装置、篩い分け装置、輸送装置などがあるのみで、その利用範囲が限られているのが実情であり、粉粒体処理技術の高速化、処理の均一化が要望されている昨今において、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、噴霧ガス等との反応や、粉粒体表面への薄膜の形成などの処理が行えると共に、これらの処理を短時間に行え、さらには当該振動流動が真空の環境下においても利用できる粉粒体の振動流動装置の出現が望まれていた。

なお、特異な円振動により粉粒体を粉砕するようにした振動ミルなるものが知られているが、このものは筒状容器内で球状等の媒体に円形となる振動軌跡を与えて、容器内壁にこの球状媒体（衝撃球）を衝突させ、容器内壁と衝撃球との間で粉粒体を粉砕するようにしたものであり、かかる観点からすれば、粉粒体そのものの循環流を利用したものでなく、採用することはできない。

本発明は、上記の如き問題点を一掃すべく創案されたものであって、空気やガス等の流動化媒体、あるいは衝撃球等の固体媒体などを用いることなく、粉粒体の振動流動による循環挙動を、容器内の場所によって異なる循環流が生じたとしても、全ての粉粒体が循環流によって均一に分散されながら粉粒体層の表面に隈無く、しかも瞬時に繰り返し現れるようにすることができ、循環する粉粒体に対して直接的に、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥、噴霧ガス等との反応、あるいは粉粒

体表面への薄膜の形成などの複合的な処理を短時間に行うことができるものである。

さらに、その循環挙動は、僅かな盛り上がり程度の循環流から、噴霧状に拡散させ、あるいは飛柱状に噴出させる循環流へと、変化に富んだ制御が可能となり、目的に応じた循環流によって前記反応や加工等の処理を行うことができるばかりか、真空状態等の特殊環境下であっても良好な循環挙動を得ることも可能となり、もって全体の機械構成が殊更複雑なものとならず、小型化を容易ならしめる粉粒体の振動流動装置を提供する。

#### 発明の開示

上記課題を解決するために本発明が採用した技術手段は、粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる異種振動体を組として構成し、該異種振動体間に生ずる共同振動作用により粉粒体を流動処理すべく構成したことを特徴とするものである。

また、上記課題を解決するために本発明が採用した技術手段は、粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる容器と、該容器の振動を増幅せしめる増幅手段とで構成し、該増幅手段により生ずる振動作用により前記容器内の粉粒体を振動処理すべく構成したことを特徴とするものである。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、第1実施例における粉粒体の振動流動装置の全体構成図、第2図は、第1実施例に対する実験例1の挙動状態を例示した図面代用写真(A)とその説明図(B)、第3図は、第1実施例に対する実験例2の挙動状態を例示した図面代用写真(A)とその説明図(B)、第4図は、

第 2 実施例における粉粒体の振動流動装置の全体構成図、第 5 図は、第 2 実施例に対する実験例 1 の挙動状態を例示した図面代用写真 (A) とその説明図 (B)、第 6 図は、第 2 実施例に対する実験例 2 の挙動状態を例示した図面代用写真 (A) とその説明図 (B)、第 7 図は、一般的な粉粒体の振動流動の挙動パターンを示す説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を好適な実施の形態として例示する粉粒体の振動流動装置に基づいて詳細に説明する。

図 1 ～ 図 3 に示す第 1 の実施例において、図 1 は、振動流動装置の一部破断全体図である。1 は振動手段としての振動装置であり、該振動装置 1 は、特開平 08 - 193911 号公報に開示された如きの電動型振動装置で、振動台 101 の下面に一体的に設けられた円柱状の中央磁極と、該中央磁極の外周面に駆動コイルを存して対向配設された円環状磁極とによって構成される一方を N 極とし、他方を S 極とする固定磁石機構を備え、前記駆動コイルへ交流電流を供給することにより、前記固定磁石における両磁極の相互間の磁界中で駆動コイルが上下に振動し、加振力を振動台 101 に与える機構を備えている。加振力の増減は交流電流の周波数の増減によって操作され、高周波領域における振動が得られる構成となっている。

なお、振動の発生方法（原理）としては、上記の電磁振動に限定されることなく、超音波振動、磁歪振動、電動機のアンバランスによる振動や、これら振動発生方法を適宜組み合わせても良く、また、上下振動、左右振動およびこれらの複合振動等種々のものであっても良い。

2 は振動台 101 上に装着された容器であって、該容器 2 内には、

粉粒体 3 が充填されており、底部には振動媒体 4 としての複数の球体 4 0 1 が集合体として敷設状に投入されている。

そして、前記振動装置 1 の稼動に連携して発生する前記振動台 1 0 1 の振動が、前記容器 2 に対して直接的に伝播され、前記球体 4 0 1 に対しては容器 2 を介して間接的に伝播される構成となっている。すなわち、この容器 2 と球体 4 0 1 とは、夫々異なる振動を処理すべき粉粒体 3 に与える一組の異種振動体 2、4 となっており、異種振動体の一方を構成する容器 2 からの振動を、他方を構成する球体 4 0 1 が享受する連携関係によって、両者の共同振動作用により粉粒体 3 を流動処理する構成となっている。

なお、振動媒体 4 は、球体 4 0 1 に替えて多孔板体 4 0 2 や、棒体、筒状体、メッシュ等網状体などを用いても良く、その形状、材質は任意であり、また、多孔板体 4 0 2 などに振動装置の振動を直接的に伝播し、当該振動を容器 2 あるいは他の構成体に間接的に伝播する構成としても良い。さらに、振動装置を容器 2 と振動媒体 4 1 のそれぞれに直接連携させて、異なる振幅、周波数の振動を各々直接伝播させる構成としても良く、要は、異種振動体を組として当該振動体の共同振動作用によって粉粒体 3 を処理できる構成で有ればよい。

次に上記のように構成した振動流動装置を用いた粉粒体の振動流動の挙動に対する実験例について説明する。振動装置 1 としては、株式会社アカシ製の電動型マイクロ加振機（MES 4 5 1）を用いた。

#### （１）振動媒体に球体を用いた実験例

球体 4 0 1 を用いて粉粒体 3 を処理する場合において、球体 4 0 1 としては平均粒径 5 mm のガラスビーズを用い、粉粒体 3 として

は平均粒径  $5\ \mu\text{m}$  のポリエチレン粒子（白色）を容器 2 に約  $1\ \text{cm}$  の高さまで充填させて粉粒体層を形成し、振動数  $1\sim 10\ \text{kHz}$ 、振幅  $0.1\sim 10\ \text{mm}$  の振動を与えてみた。而して、その振動流動の挙動状態を図 2（A）に図面代用写真として示すと共に、その状態説明図を図 2（B）に示す。図 2（B）は、図 2（A）のものに粉粒体の噴出流 301 と球体 401 にそれぞれコントラストおよび明暗調の色調処理を加えて、その流動状態を明確にしたものである。

まず、容器 2 内の粉粒体 3 に振動装置の上下振動による加振力を与えると、粉粒体層の表面に存在していた粉粒体が瞬時に容器 2 底部に移動し、 $2\sim 3$  秒後には再び表面に現れる挙動を示した。この挙動の様子は、粉粒体層の表面中央部分に平均粒径約  $100\ \mu\text{m}$  の着色粒子（赤色）を少量乗せた状態から混合、分散に対する流動挙動を観察したものであるが、これらの流動挙動は、比較的小さな加振力である初期の振動段階においても、前記着色粒子が容器 2 内全域で瞬時に、かつ均一に分散されながら、再びその表面に隈無く現れる良好な循環流が生成されていることで確認された。

このように、物性（粒径、密度等）が異なる粉粒体であっても、短時間で均一に混合、分散されることが分かった。

次に、加振力を徐々に高め高周波領域での挙動を観察したところ、図 2（A）の図面代用写真に示す如きに、粉粒体 3 が球体 401 の間から上方に激しく霧状に噴出する流動挙動が確認された。

その状態を図 2（B）に基づいて説明すると、粉粒体 3 は、球体 401 が敷設された領域において、噴出初期状態では、お湯が沸騰した様な状態で至る所で間欠状の噴出流 301 が確認され、さらに加振力を増大させると、容器 2 の中央域では連続的な噴出流 301 となり、外周域では間欠状の噴出流 301 となって噴出する挙動が



確認された。その際、球体 401 はランダムに回転しており、隣接する球体 401 により囲繞された隙間から、粉粒体 3 の噴出と容器 2 底部側への移動が繰り返し行なわれると共に、容器 2 側壁面に飛散した粉粒体 3 は球体 401 の敷設周縁域より容器 2 底部側へ移動する挙動を示した。

同様に、球体 401 を用いない従来の振動流動挙動について比較観察した結果、着色粒子に対してその周縁の粉粒体 3 が徐々に被さり、全ての着色粒子を覆って表面から視認できなくなるまでに約 1 分ほどの時間を要した。更に加振力を増大した高周波領域の振動を与えても再び表面に現れることが無く、分散、混合に良好な循環流が生成されないことが確認された。

## (2) 振動媒体に多孔板体を用いた実験例

上記実験例 (1) の条件下において、球体 401 に替えてステンレス製で孔径が 2 mm、板厚が 0.5 mm の多孔板体 402 を用いて粉粒体層に振動を与えてみた。而して、その振動流動の挙動状態を図 3 (A) に図面代用写真として示すと共に、その状態説明図を図 3 (B) に示す。図 3 (B) は、図 3 (A) のものに粉粒体の噴出流 302 と多孔板体 402 にコントラストおよび明暗調の色調処理を加えて、その流動状態を明確にしたものである。

まず、容器 2 内の粉粒体 3 に振動装置の上下振動による加振力を与えると、粉粒体層の表面に存在していた粉粒体が瞬時に容器 2 底部に移動し、2 ~ 3 秒後には再び表面に現れるという上記実験例 (1) と略同様の挙動を示した。

次に、加振力を徐々に高め高周波領域での挙動を観察したところ、図 3 (A) の図面代用写真に示す如きの粉粒体 3 が多孔板体 402 の孔から上方に激しく柱状に噴出する流動挙動が確認された。

その状態を図 3 (B) に基づいて説明すると、粉粒体 3 は、多孔板体 4 0 2 が設置された領域において、噴出初期状態では、至る所で間欠的に噴出流 3 0 2 が確認され、さらに加振力を増大させると、多孔板体の全域が一体となった状態で間欠的な噴出流 3 0 2 となって噴出する挙動が確認された。その際、粉粒体 3 は、多孔板の下面域にある粉粒体 3 が各孔から一気に飛び出す噴出と、容器 2 底部側への移動が繰り返し行なわれると共に、容器 2 側壁面に飛散した粉粒体 3 は多孔板体 4 0 2 の敷設周縁域より容器 2 底部側へ移動する挙動を示した。

更に、孔径が 1 c m の多孔板を用いて噴出状態を確認したところ、各孔の円周域からの噴出であったことが確認された。なお、多孔板体 4 0 2 は網状のものであっても良い。

また、上記実験例において、流動環境を徐々に減圧すると、噴出流動が減少することが確認されたが、本発明の装置構成を減圧下（減圧された容器内）でも応用できることが分かった。

次に、図 4 ～図 6 に示す第 2 の実施例について説明する。図 4 は、振動流動装置の一部破断全体図であって、前記振動台 1 0 1 上の前記容器 2 の外周部には、容器 2 内に充填された粉粒体 3 が外部に飛散しないよう樹脂製の透明筒状ケース 2 a が装着されている。前記容器 2 内には、粉粒体 3 が充填されており、この粉粒体 3 を振動処理すべき手段として、容器底部に、ゴム質シート材よりなる振動媒体としての板状体 4 が設けられていると共に、該板状体 4 と容器 2 との間に介在させた複数の金属製球状遊動体 4 a が集合体として敷設状に投入されていて、前記容器 2 の振動を増幅せしめる増幅手段を構成している。

容器 2 は、前記振動装置 1 の稼動に連携して発生する前記振動台 1 0 1 の振動が直接的に伝播されることにより、前記遊動体 4 a との共同作

用によって一組の異種振動体を構成し、夫々異なる振動を板状体 4 に与えるようになっている。

すなわち、異種振動体の一方を構成する容器 2 からの振動を、他方を構成する遊動体 4 a が享受する連携関係によって、容器 2 が前記振動装置 1 からの直接的な振動を受けると、その加振力が容器 2 を介して間接的に前記遊動体 4 a に与えられ、遊動体 4 a が上下に振動して前記板状体 4 に衝突する。その際、板状体 4 には、容器 2 の振動と遊動体 4 a の衝撃による振動との複合的な異種振動作用が加わり、容器 2 の振動が増幅され、この増幅振動作用により粉粒体 3 を流動処理する構成となっている。

なお、本第 2 実施例では、振動装置 1 と容器 2 との連携関係において、容器の全体が振動するよう構成したが、容器底部のみが振動するようにしても良く、要は容器の何れかの面に与えられた振動が増幅されて、容器 2 内の粉粒体 3 に付与されるようにしたものであれば、その構成は任意である。また、遊動体 4 a の形状は、球状のものに替えて棒状、筒状、板状でも良く、その材質も、金属、ゴム、樹脂等であってもよく、これらの組み合わせも任意である。さらに、板状体 4 の材質は、ゴム質状のものに限定されず、金属、樹脂等任意であり、形状も平面状のものに限定されるものではない。また、板状体 4 の上面に遊動体 4 a を敷設して粉粒体 3 を処理するようにしても良い。

次に上記のように構成した振動流動装置を用いた粉粒体の振動流動の挙動に対する実験例について説明する。板状体 4 には、厚さ約 2 mm の硬質ゴムシートを、遊動体 4 a には平均粒径 5 mm の鉄球をそれぞれ用いた。そして、処理される粉粒体 3 には、平均粒径 5  $\mu$  m のポリエチレン粒子（白色）を用いて、容器 2 に約 1 cm の高さまで充填させることで粉粒体層を形成し、振動数 1 ~ 10 kHz、振幅 0.1 ~ 10 mm の

振動を与えてみた。而して、その振動流動の挙動状態を図5(A)、図6(A)に図面代用写真として示すと共に、その状態説明図をそれぞれ図5(B)、図6(B)に示す。夫々の図(B)は、図(A)のものにそれぞれコントラストおよび明暗調の色調処理と縁取り線図を加えて、その流動状態を明確にしたものである。

まず、容器2内の粉粒体3に振動装置1の上下振動による小さな加振力を与えると、図5に示す如く、均一な粉粒体層が若干の盛り上がりを生じながら、容器2の外周側と中心側に移動すると共に、粉粒体層の表面に存在していた粉粒体3が瞬時に容器2底部に移動し、2～3秒後には再び表面に現れる挙動を示した。この挙動の様子は、粉粒体層の表面中央部分に平均粒径約100 $\mu$ mの着色粒子(赤色)を少量乗せた状態から混合、分散に対する流動挙動を観察したものであるが、これらの流動挙動は、比較的小さな加振力である初期の振動段階においても、前記着色粒子が容器2内全域で瞬時に、かつ均一に分散されながら、再び粉粒体層の表面に隈無く現れる良好な循環流が生成されていることで確認された。

このように、物性(粒径、密度等)が異なる粉粒体であっても、短時間で均一に混合、分散されることが分かった。

次いで、加振力を徐々に大きくして流動挙動を観察したところ、図6に示す如きに、粉粒体3が上方に激しく霧状に拡散する流動挙動が確認された。

その状態を図6(B)に基づいて説明すると、加振力を増加した初期状態では、粉粒体3は、板状体4の振動により上方へ跳ね上げられるような柱状に拡散する挙動を示した。その際、柱状の拡散流の頂部には粉粒体3の集まりが確認されたが、その後さらに加振力を増大させると、これらの集まりは徐々に消失し、図6(A)のような全体が霧状に拡散

されるという流動挙動を示した。

この拡散流動状態においては、従来の空気やガス等を流動媒体に用いた方法と同様に粉粒体を処理することができるが、その特徴は、粉粒体を処理するにあたり、前記流動媒体を必要としない点にあり、それにより、コンプレッサー、エアフィルター及び固気分離装置を必要とせず、装置コスト、ランニングコストを節減することができる。また、容器2自体も小さくすることができるという利点がある。

また、上記実験例において、流動環境を徐々に減圧し、 $1 \times 10^{-8}$  Torr ( $1.33 \mu\text{Pa}$ ) の超高真空状態で振動流動の挙動を確認したところ、粉粒体3を拡散流動するにあたり常圧の状態よりも加振力を必要とするが、本発明の振動流動は、減圧された特殊環境下（減圧された容器内）であってもその挙動が確認された。

したがって、真空蒸着、スパッタ蒸着、レーザーアブレーションに代表される物理的气相成長方法（PVD法）、すなわち、目的とする薄膜の構成原子を含む固体のターゲットを物理的な作用により原子、分子、クラスタ状にして、基板表面へ輸送し、薄膜を形成する技術を粉粒体に応用した場合に、真空チャンバー内に置かれた粉粒体であっても良好な循環流が生成されるので、粉粒体を構成する個々の粒子の表面に均一に薄膜を連続または不連続状に形成（コーティング）することができる利点がある。

また、従来の容器2のみに振動を与た場合の流動挙動について、前記と同様に着色粒子を用いて比較観察した結果、着色粒子に対してその周縁の粉粒体3が徐々に被さり、全ての着色粒子を覆って表面から視認できなくなるまでに約1分ほどの時間を要した。更に加振力を増大した振動を与えても再び着色粒子が粉粒体層の表面に現れることが無く、分散、混合に良好な循環流が生成されず、従来の振動方法では殆ど流動しない

ことが確認された。

叙述の如く構成された本発明の実施例の形態において、粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる異種振動体を組として構成し、該異種振動体間に生ずる共同振動作用により粉粒体を流動処理すべく構成した技術手段によれば、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥等の粒子材料を処理するに必要な振動流動を得るためには、粉粒体層に対して、振動媒体から粉粒体が噴出するような加振力を与えなくとも、殆どの粉粒体が瞬時にかつ均一に分散されながら、粉粒体層表面に隈無く確実に出現する良好な循環流を得ることができ、空気やガス等の流動媒体、あるいは衝撃球等の固体媒体などを用いることなく、振動流動による循環流のみで直接処理することができる。

さらに、その循環挙動は、粉粒体層表面を平滑なものから飛散状、あるいは飛柱状に噴出させるという、変化に富んだ循環流制御が可能となり、かかる噴出粉粒体に対してのみ噴霧ガス等との反応、コーティング、蒸着などの複合的な処理を行うようにすることも可能となり、全体の機械構成が殊更複雑なものとならず、小型化を容易ならしめることができる。

上記振動流動の挙動メカニズムについては、力学的に十分に解析あるいは解明されておらず、予測の難しい現象であるが、次のような作用を有するものと思われる。

- ① 振動装置１に直接的に連携された振動体（容器２）は、その上下振動エネルギーを粉粒体３、および振動装置１に間接的に連携された振動体（振動媒体４）に伝播する。振動媒体４は、それが有する質量や大きさ、形状等の物性による上下運動や、球体、柱状体等の独立集合体の場合には回転運動も加わり、独自の振動エネルギー

を誘発する。

② 容器 2 と振動媒体 4 は、それぞれ異なる振動（異種振動）体を構成し、その共同振動作用によりミクロ的な衝突などによる複合的なエネルギーが両者間に発生する。その際、容器 2 と振動媒体 4 の間に存在する粉粒体 3 は、空気等の気体分子と共に激しく流動し、内側から上方に押し出され、あるいは飛び出される格好で、振動媒体 4 の隙間や孔から上方へ移動（噴出）する加速度エネルギーが与えられる。

③ 振動媒体 4 の上方へ移動した粉粒体 3 は、振動により拡散され、振動媒体 4 の下面で粉粒体 3 の存在が少なくなった箇所、すなわち噴出流の小さい箇所より再び下方へ移動する。この繰り返しの循環流が流動層を形成し、粉粒体 3 は、殆どの粉粒体が高速かつ均一に分散されながら、粉粒体層表面に隈無く確実に出現する挙動となって現れる。

以上の異種振動による共同振動作用によって、振動流動挙動に対する改善がなされるものと推認される。

また、粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる容器と、該容器の振動を増幅せしめる増幅手段とで構成し、該増幅手段により生ずる振動作用により前記容器内の粉粒体を振動処理すべく構成した技術手段によれば、空気やガス等の流動化媒体、あるいは衝撃球等の固体媒体などを用いることなく、粉粒体の振動流動による循環挙動を、容器内の場所によって異なる循環流が生じたとしても、全ての粉粒体が循環流によって均一に分散されながら粉粒体層の表面に隈無く、しかも瞬時に繰り返し現れるようにすることができ、循環する粉粒体に対して直接的に、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥、噴霧ガス等との反応、あるいは粉粒体表面への薄膜の

形成などの複合的な処理を短時間に行うことができる。

さらに、その循環挙動は、僅かな盛り上がり程度の循環流から、噴霧状に拡散させる循環流へと、変化に富んだ制御が可能となり、目的に応じた循環流によって前記反応や加工等の処理を行うことができるばかりか、高真空状態等の特殊環境下であっても良好な循環挙動を得ることも可能となり、もって全体の機械構成が殊更複雑なものとならず、小型化を容易ならしめることができる。

上記振動流動の挙動メカニズムについては、力学的に十分に解析あるいは解明されておらず、予測の難しい現象であるが、次のような作用を有するものと思われる。

① 振動装置 1 の上下振動エネルギーは、振動装置 1 に直接的に連携された容器 2 を介して、粉粒体 3、板状体 4、遊動体 4 a に間接的に伝播される。板状体 4、遊動体 4 a は、それが有する質量や大きさ、形状、材質等の物性による上下運動や、遊動体 4 a が球体、柱状体等の独立集合体である場合には回転運動も加わり、それぞれ独自の振動エネルギーを誘発する。

② 容器 2、板状体 4、遊動体 4 a は、それぞれ異なる振動（異種振動）体を構成し、これらの共同振動作用により複合的なエネルギーが粉粒体 3 に伝播される。その際、加振力が小さければ、遊動体 4 a による衝撃振動による増幅振動作用の影響は小さいが、粉粒体 3 に容器 2、板状体 4 および遊動体 4 a の各振動による複合的な異種振動作用が付与され、平滑な流動層ではあるが、容器 2 のみの振動作用の場合に比し、良好な振動流動層（循環流）が形成される。

また、加振力が大きければ、遊動体 4 a による衝撃振動による増幅振動作用の影響が大きくなって、その衝撃振動エネルギーを中心とする複合的な異種振動作用が粉粒体 3 に付与されることで、柱状または霧状



の良好な流動層が形成される。

③ 加振力を大きくする過程において、粉粒体 3 の上下動に板状体 4 の上下振動と同期したような柱状の拡散流動がみられたが、一定以上の加振力を付与すると、粉粒体 3 の昇降運動がそれぞれ粒子単位でバラバラとなり、霧状の拡散へと変化する循環流となって現れた。これにより拡散された良好な流動層が形成されて、粉粒体 3 は、高速かつ均一に分散されながら、粉粒体層の表面に繰り返し隈無く確実に出現する挙動を示すようになる。

以上の異種振動による増幅振動作用によって、振動流動挙動に対する改善がなされるものと推認される。

#### 産業上の利用可能性

粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる異種振動体を組として構成し、該異種振動体間に生ずる共同振動作用により粉粒体を流動処理すべく構成したことにより、また、粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる容器と、該容器の振動を増幅せしめる増幅手段とで構成し、該増幅手段により生ずる振動作用により前記容器内の粉粒体を振動処理すべく構成したことによって、

空気やガス等の流動化媒体、あるいは衝撃球等の固体媒体などを用いることなく、粉粒体の振動流動による循環挙動を、容器内の場所によって異なる循環流が生じたとしても、全ての粉粒体が循環流によって均一に分散されながら粉粒体層の表面に隈無く、しかも瞬時に繰り返し現れるようにすることができ、循環する粉粒体に対して直接的に、凝集粉体の解砕、粉粒体の分散、混合、乾燥、噴霧ガス等との反応、あるいは粉粒体表面への薄膜の形成などの複合的な処理を短時間に行うことができる。

さらに、その循環挙動は、僅かな盛り上がり程度の循環流から、噴霧状に拡散させ、あるいは飛柱状に噴出させる循環流へと、変化に富んだ制御が可能となり、目的に応じた循環流によって前記反応や加工等の処理を行うことができるばかりか、真空状態等の特殊環境下であっても良好な循環挙動を得ることも可能となり、もって全体の機械構成が殊更複雑なものとならず、小型化を容易なものとすることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる異種振動体を組として構成し、該異種振動体間に生ずる共同振動作用により粉粒体を流動処理すべく構成したことを特徴とする粉粒体の振動流動装置。
2. 請求項1において、前記振動体を、粉粒体が投入される容器と該容器内に配設される振動媒体とで構成したことを特徴とする粉粒体の振動流動装置。
3. 請求項1乃至2において、前記異種振動体の振動手段への連携は、一方の振動体に振動手段を連動連結した連携と、該一方の振動体からの振動を他方の振動体が享受する連携とによって構成されていることを特徴とする粉粒体の振動流動装置。
4. 請求項1乃至2において、前記異種振動体の振動手段への連携は、それぞれの振動体が異なる振動によって制御されるよう振動手段に連動連結された連携で構成されていることを特徴とする粉粒体の振動流動装置。
5. 請求項2乃至4において、前記振動媒体は、多孔板であることを特徴とする粉粒体の振動流動装置。
6. 請求項2乃至4において、前記振動媒体は、複数の球状体等からなる集合体であることを特徴とする粉粒体の振動流動装置。
7. 粉粒体の処理手段を、振動手段に連携してなる容器と、該容器の振動を増幅せしめる増幅手段とで構成し、該増幅手段により生ずる振動作用により前記容器内の粉粒体を振動処理すべく構成したことを特徴とする粉粒体の振動処理装置。
8. 請求項7において、前記振動手段は、前記容器の底部に対して上下振動を与えるよう連携されていることを特徴とする粉粒体の振動処理装

置。

9. 請求項7乃至8において、前記振動作用は、増幅手段による振動と、容器の振動との共同振動作用であることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

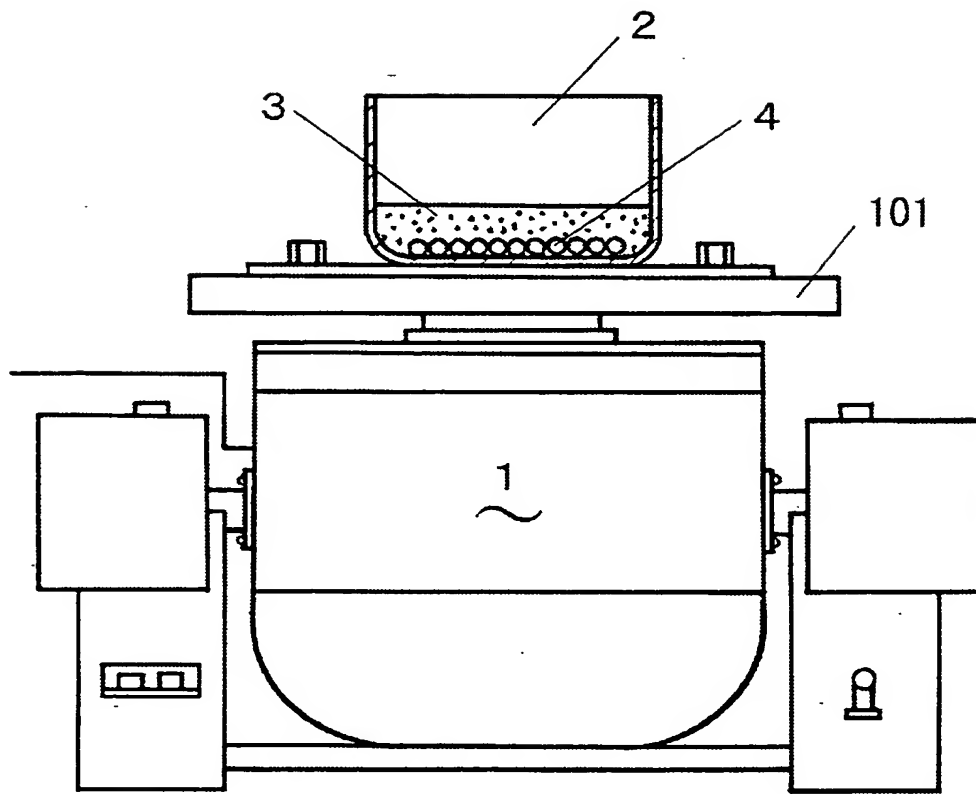
10. 請求項7乃至9において、前記増幅手段は、前記容器内にその底部から離間させて設けられた板状体に、該板状体と容器との間に介在させた遊動体を衝撃すべく構成されていることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

11. 請求項10において、前記板状体は、ゴムシート材、金属材または樹脂材よりなることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

12. 請求項8乃至9において、前記遊動体は、金属、樹脂またはゴムよりなる複数の球状体であることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

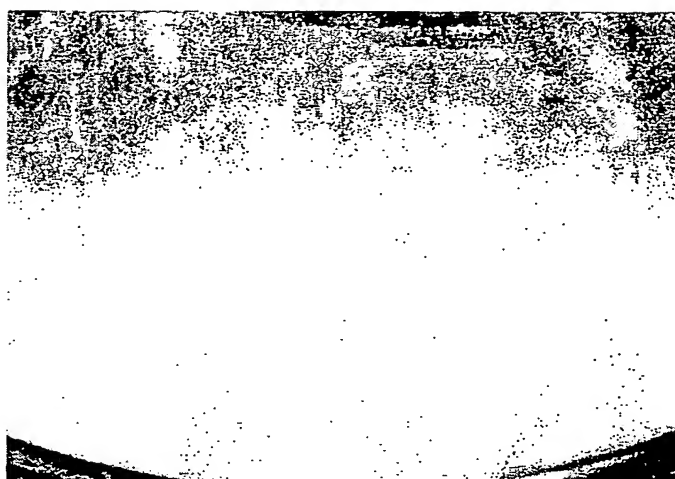
13. 請求項7乃至12において、前記粉粒体の処理手段は、真空中で用いられることを特徴とする粉粒体の振動処理装置。

第1図

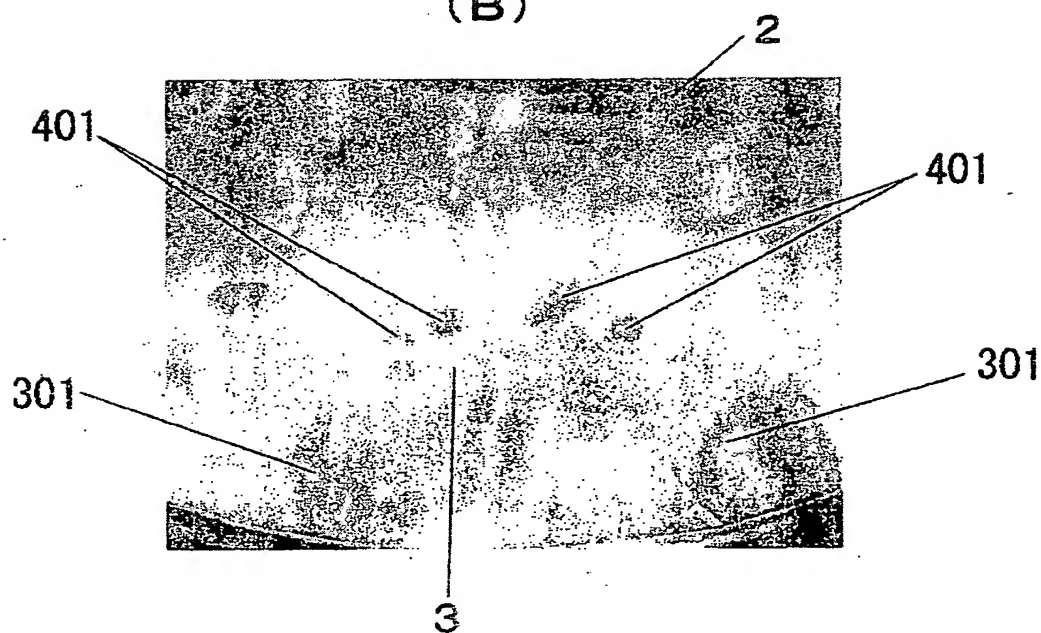


***This Page Blank (uspto)***

第2図  
(A)



(B)



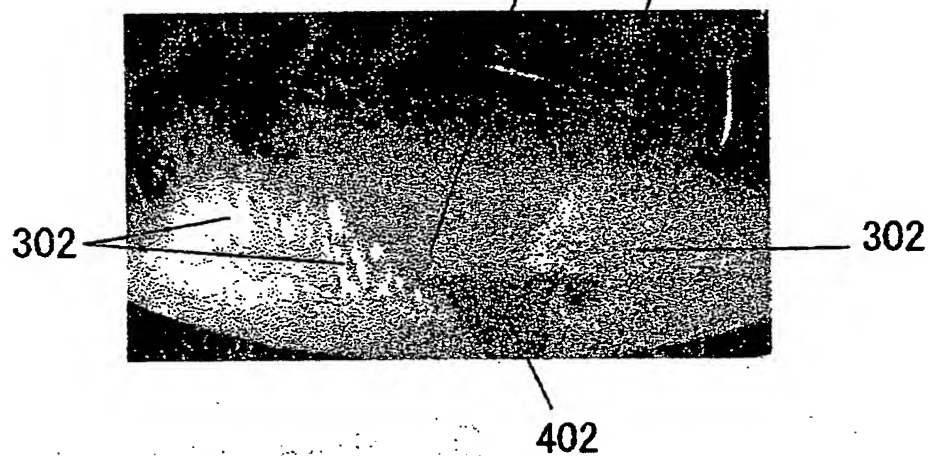
***This Page Blank (uspto)***



第3図  
(A)

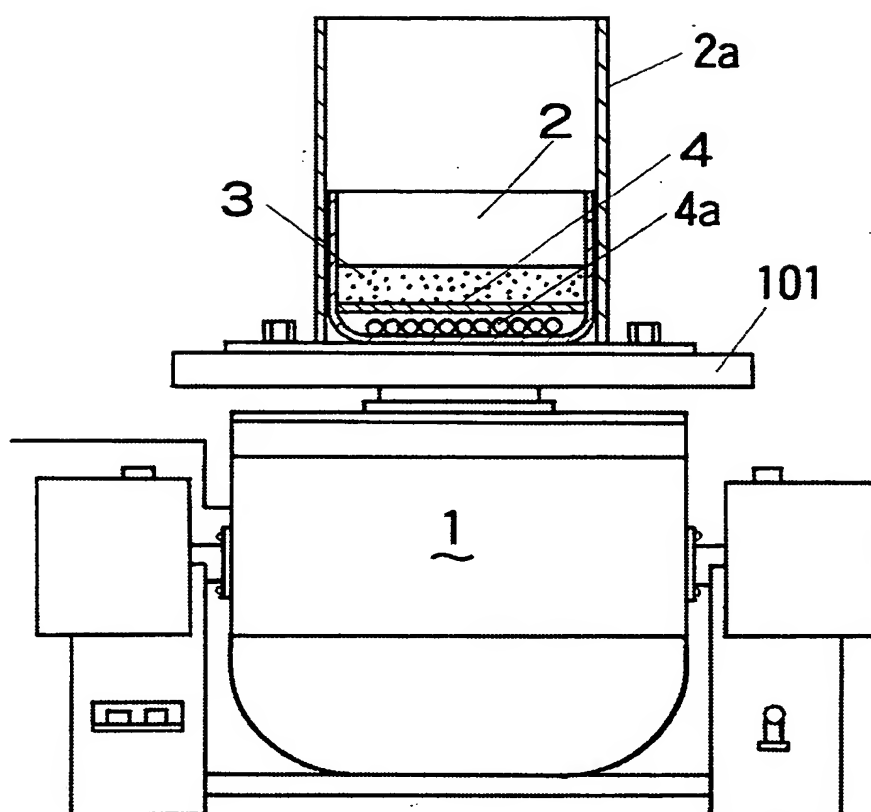


(B) 3 2



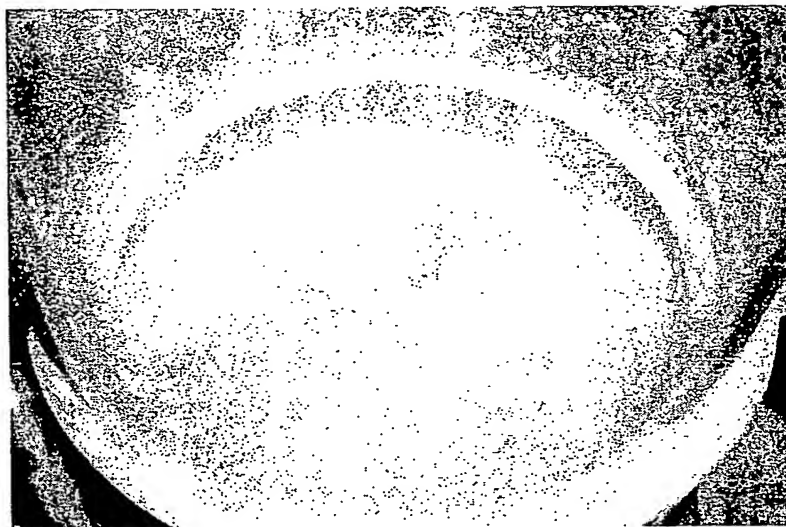
***This Page Blank (uspto)***

第4図

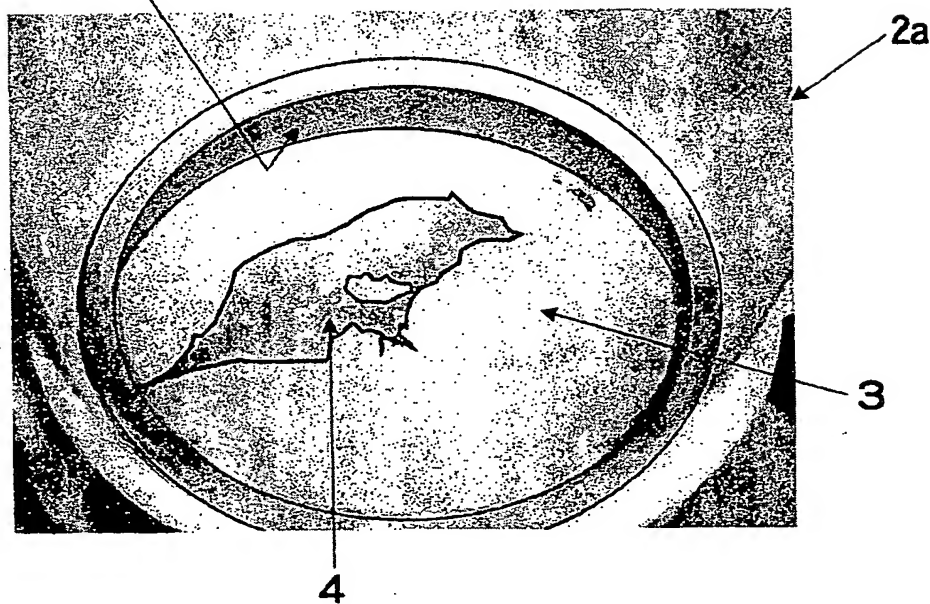


**This Page Blank (uspto)**

第5図  
(A)

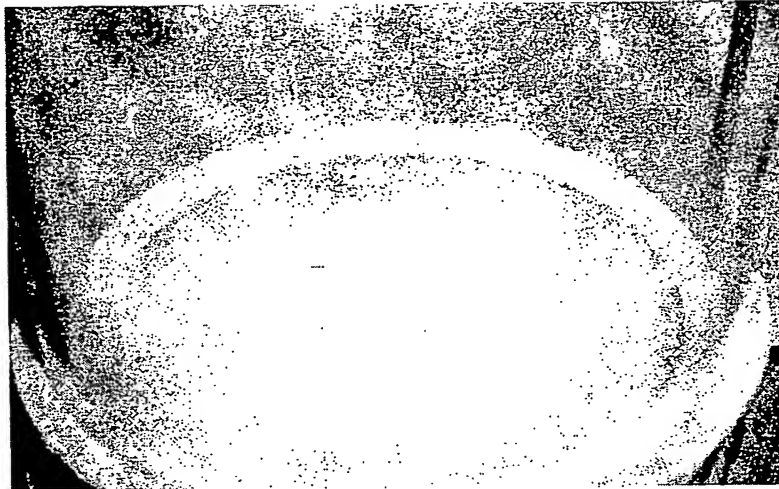


(B)

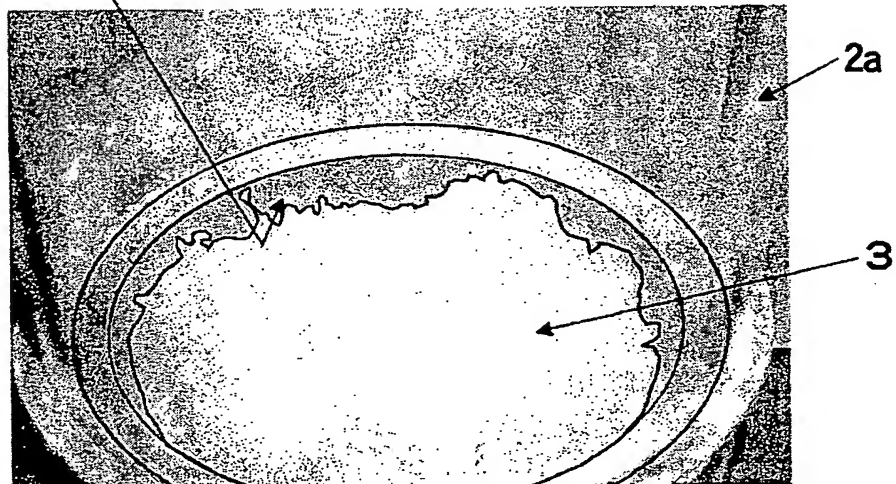


**This Page Blank (uspto)**

第 6 図  
(A)



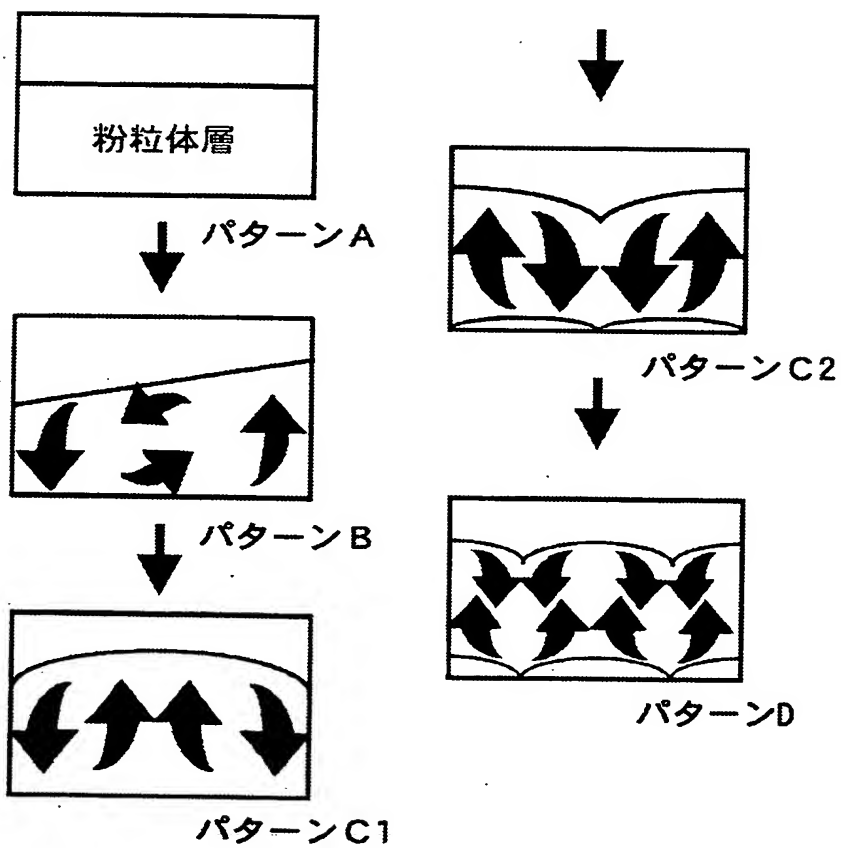
(B)



**This Page Blank (uspto)**



第7図



振動流動パターン (ガラスビーズ、粒子径 1 mm)

**This Page Blank (uspto)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/06405

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B02C 17/14, 19/16, B01F 1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B02C 17/14, 19/16, B01F 1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.66664/1983 (Laid-open No.171754/1984) (Koei Sangyo K.K.), 16 November, 1984 (16.11.84) (Family: none)	1-5,7,9 13 6,8,10-12
X Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.4824/1987 (Laid-open No.115438/1988) (NEC Corporation), 25 July, 1988 (25.07.88) (Family: none)	1-4,7-9 13 5,6,10-12
X Y A	US, 2983454, A (William Podmore, Jr., and Henry L. Podmore), 09 May, 1961 (09.05.61) (Family: none)	1-4,6-9,12 13 5,10,11
Y	JP, 63-16052, A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 23 January, 1988 (23.01.88) (Family: none)	13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 December, 2000 (13.12.00)Date of mailing of the international search report  
26 December, 2000 (26.12.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**This Page Blank (uspto)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> B02C 17/14, 19/16, B01F 1/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> B02C 17/14, 19/16, B01F 1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2000

日本国登録実用新案公報 1994-2000

日本国実用新案登録公報 1996-2000

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	日本国実用新案登録出願58-66664号 (日本国実用新案登録出願公開59-171754号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (晃栄産業株式会社) 16.1 1月. 1984 (16.11.84) (ファミリーなし)	1~5, 7, 9 13 6, 8, 10~12
X Y A	日本国実用新案登録出願62-4824号 (日本国実用新案登録出願公開63-115438号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気株式会社) 25.7月. 1988 (25.07.88) (ファミリーなし)	1~4, 7~9 13 5, 6, 10~12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.12.00

国際調査報告の発送日

26.12.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

黒石 孝志

3 F

9527

電話番号 03-3581-1101 内線 3351

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US, 2 9 8 3 4 5 4, A (William Podmore, Jr., and Henry L. Podmore), 9. 5月. 1 9 6 1 (0 9. 0 5. 6 1) (ファミリーなし)	1~4, 6~9, 12
Y		13
A		5, 10, 11
Y	JP, 6 3 - 1 6 0 5 2, A (川崎重工業株式会社), 2 3. 0 1. 1 9 8 8 (2 3. 0 1. 8 8) (ファミリーなし)	13